

Comportamiento térmico energético de viviendas urbanas en Mendoza y propuestas para alcanzar las bases de NZEB.

María Rosario Flores Cáceres¹, Alfredo Esteves¹, Celina Filippín², Silvana Flores Larsen³

Resumen

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento térmico energético anual de dos viviendas urbanas, una tradicional y otra solar pasiva, ubicadas en zonas de baja densidad en la provincia de Mendoza, y aplicar en ambas los requisitos para alcanzar el concepto de edificio de energía cero (NZEB, net zero energy building). La metodología consiste en el monitoreo térmico, análisis de consumos energéticos, evaluación de la envolvente y balance térmico. La temperatura interior promedio de la vivienda solar fue de 19,7°C y un consumo promedio diario de energía convencional de 24,8 kWh en calefacción; mientras que en la vivienda tradicional, fue de 23,9°C y 52,8 kWh respectivamente. Se propone reducir el consumo energético de la vivienda no solar mediante la incorporación de estrategias bioclimáticas y se dimensionan para ambas, sistemas de generación de energía eléctrica y térmica a partir de fuentes de energías renovables. Se determina el costo de las mejoras propuestas para conocer las posibilidades energéticas y la demanda económica de su implementación, que permitirán alcanzar las bases de NZEB.

Palabras clave: comportamiento térmico energético, arquitectura bioclimática, edificio de energía cero.

Energy thermal behavior of urban housing in Mendoza and proposals for achieving NZEB bases.

Abstract

The aim of this study is to evaluate the energy thermal behavior of two houses: a traditional one and a passive solar the other, located in areas of low density in the city of Mendoza, and apply the requirements to achieve in both the concept of NZEB, net zero energy building on an annual basis.

The methodology consists in thermal monitoring in order to know comfort temperature, the analysis of energy consumption, evaluation of the quality of envelope elements and annual energy balance.

¹Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - INCIHUSA-CCT CONICET Mendoza C.C. 131- CP 5500 Mendoza-Argentina.

²CONICET La Pampa C.C. 302- 6300 Santa Rosa, La Pampa- Argentina.

³Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales INENCO-Universidad Nacional de Salta-CONICET Avda. Bolivia 5150 CP 4400 Salta-Argentina.

The average temperature inside the housing was 19.7°C in solar house and average daily auxiliary energy consumption of 24.8 kWh in heating, while in conventional house was 23.9 °C and 52.8 kWh respectively. In order to reduce the energy consumption it propose different technology solution and it is presented the result of such implementation. The paper indicates the results and the costs of such implementation in order to achieve NZEB basis.

Keywords: energy thermal behavior, bioclimatic architecture, zero energy building.

Introducción

El desarrollo sostenible en el sector residencial consiste en proyectar edificaciones enfocadas en el uso racional de la energía, aprovechamiento de energías limpias y renovables con el objetivo de mantener el confort térmico y producir una reducción significativa y/o eliminar las emisiones atmosféricas producidas por el edificio. Una forma de llevar a cabo este desarrollo es con arquitectura bioclimática, gracias a la cual, un edificio aprovecha al máximo los recursos climáticos disponibles mediante sistemas eficientes de iluminación natural, calefacción, ventilación, acondicionamiento del ambiente y se agrega también el calentamiento solar de agua sanitaria. Además, se puede generar energía eléctrica para cubrir el consumo en equipamiento, por medio de sistemas de energías renovables (ER) (Hernández et al., 2010).

A partir de la arquitectura bioclimática, surge la posibilidad de tender hacia un balance cero de energía, como son los denominados edificios de energía neta cero (NZEB, net zero energy building). Un NZEB se basa en dos principios de diseño: uno, reducir al mínimo la necesidad de uso de energía a través de estrategias de eficiencia energética y conservación de energía; y, otro, la adopción de ER y otras tecnologías para satisfacer las necesidades energéticas (Danny et al., 2013; Sartori et al., 2010). Es un edificio muy eficiente energéticamente, algunos autores afirman que implica un balance de energía neto cero en todo su ciclo de vida, durante las etapas de construcción, operación y demolición (Pacheco et al., 2013; Torcelini et al., 2006) mientras que otros recomiendan usar un período anual, teniendo en cuenta que el consumo energético de un edificio residencial se repite anualmente. Se considera como indicador numérico de la energía del edificio kWh/m².año. (Booth et al., 2010). En este trabajo se adopta esta última acepción.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es estudiar la implementación del concepto de NZEB en dos viviendas urbanas ubicadas en zonas de baja densidad en la provincia de Mendoza. Y evaluar posteriormente el costo de la aplicación de las tecnologías para alcanzar ese concepto en una base anual.

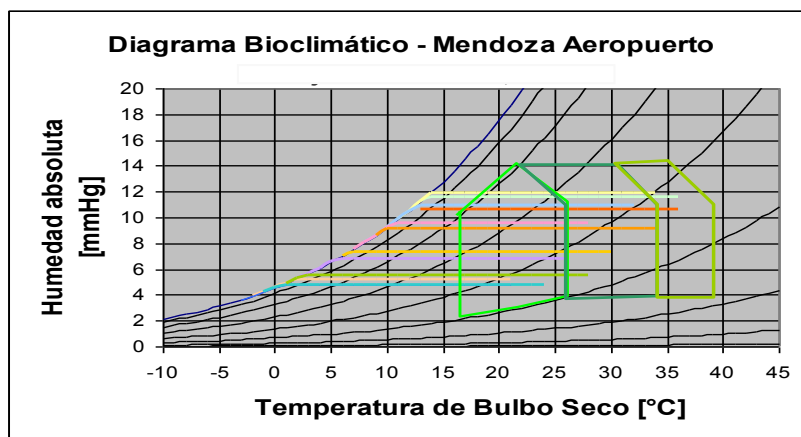
Metodología

- En dos viviendas urbanas, una tradicional, caso A y una solar, caso B, se realiza: monitoreo térmico, análisis de consumos energéticos, evaluación de la envolvente y balance térmico, y diagnóstico.
- Se propone reducir el consumo energético de la vivienda no solar mediante la incorporación de estrategias bioclimáticas.
- Se dimensionan para ambas, sistemas de generación de energía eléctrica y térmica a partir de fuentes de energías renovables que permitirán alcanzar las bases de NZEB.
- Se determina el costo aproximado de la incorporación de los sistemas para los casos A y B.

Descripción del clima

Mendoza se ubica en el centro-oeste de Argentina, (Latitud 32°52'; Longitud 68° 47'; Altitud 714 msnm). La temperatura media anual es de 16.5°C con presencia de gran amplitud térmica (media mensual de 14-16°C). La radiación solar es típica de zonas semidesérticas con un valor anual de 18.4 MJ/m².día. La figura 1 muestra el diagrama bioclimático para la Ciudad de Mendoza. Se observa la conveniencia de uso de masa térmica y sistemas solares pasivos de calefacción y enfriamiento.

Figura 1. Diagrama Bioclimático para Mendoza.



Fuente. Esteves 2006

Casos de estudio

Vivienda tradicional - Caso A: La vivienda presenta una tipología compacta de 209,85 m² organizados en tres niveles, sobre un lote de 10 x 22m. El proyecto arquitectónico comprende un subsuelo utilizado como SUM, en la planta baja un hall de acceso, estar comedor, cocina comedor, sala de estudio y baño; y en la planta alta un hall, cuatro dormitorios y un baño (ver figura 2). Los detalles de la envolvente se muestran en la figura 3, la vivienda no posee aislaciones en muros y las carpinterías permiten un elevado grado de infiltraciones debido a sus características técnicas. Es de destacar que la colindancia con la vivienda vecina es tal que se impide totalmente la disposición de aventanamientos hacia el Ecuador, que podrían ser potencialmente colectores de energía solar.

Los usuarios son cinco y cumplen horarios similares, se retiran en horas de la mañana y regresan luego del mediodía. Durante la ausencia de los usuarios, los calefactores se colocan en piloto.

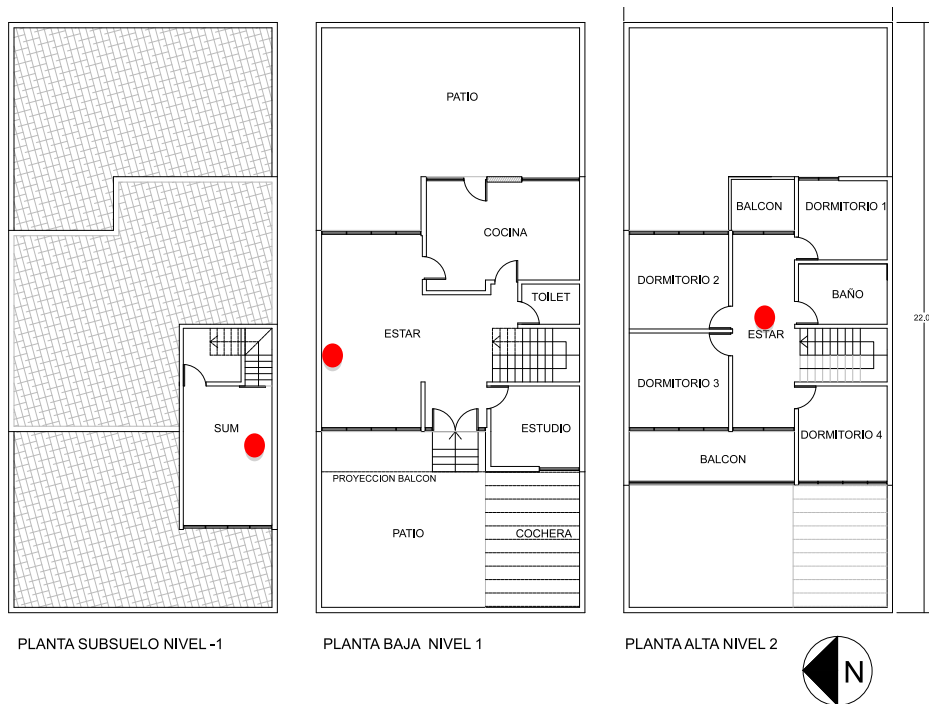
El total de la envolvente expuesta es de 209,08 m², con un FAEP muy reducido de 1,0 m²/m² y Factor de Forma – FF = 0,41 m⁻¹. Las conductancias de los elementos son $k_{techos}=0,87 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $k_{muros}= 2,41 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $k_{ventanas}=4,5 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ y $k_{puertas}=1,82 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$

Vivienda solar - Caso B: La vivienda posee 138 m² cubiertos. Su planta obedece a la tipología de Chalet, con quiebres de techos. Posee tres dormitorios, un estudio, un estar-comedor, cocina-lavandería y dos baños. La figura 4 muestra la planta del edificio, como se puede observar, la misma es longitudinal en sentido Norte-Sur, pero con excesivos quiebres. La figura 5 muestra los detalles de la tecnología de la envolvente. La forma y la altura de la vivienda, la hacen poco racional, con una envolvente expuesta de 456,2 m². Los indicadores resultan FAEP = 3,7 m²/m²; FF = 1,02 m⁻¹.

Las conductancias son para $k_{\text{techos}}=0,74 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $k_{\text{muros}}= 0,60 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $k_{\text{ventanas}} = 3,5 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$; $k_{\text{puertas}}= 2,6 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$

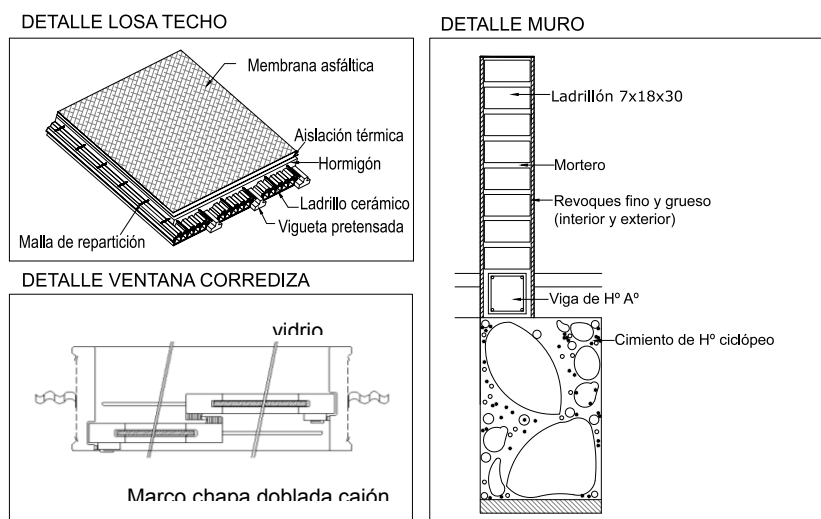
Los techos se componen de cielorraso de madera de pino (espesor 2,5 cm), barrera de vapor de ruberoid al 200% y teja francesa. La inclinación del techo es de 20° al N. Los muros son de ladrillón (espesor 18 cm) con junta tomada por el interior. Por el exterior posee barrera de vapor, aislamiento térmico de poliestireno expandido (espesor 4,5 cm), revoque de hormigón y revestimiento plástico. Las carpinterías son de chapa de acero plegada, de simple vidrio y contacto con burletes. Posee aislación nocturna, la que servirá luego de sombreado en verano y época intermedia.

Figura 2. Plantas del caso A con ubicación de sensores de registro de temperaturas.



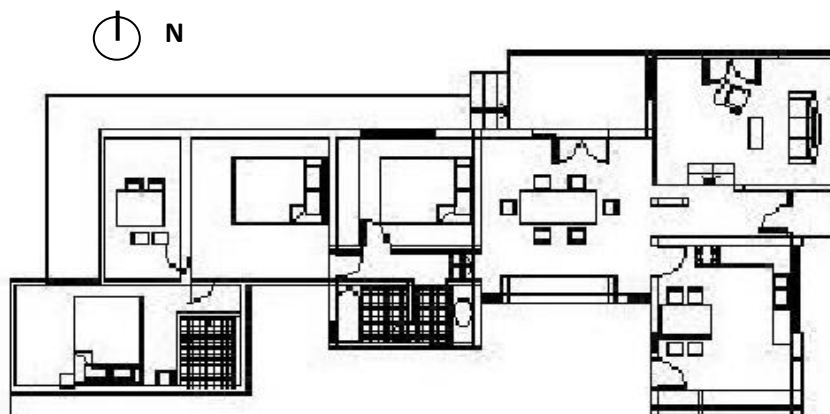
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Detalles constructivos de la envolvente Caso A



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Planta del edificio reciclado



Fuente: Esteves 2006.

Figura 5. Detalles constructivos de la envolvente Caso B.

Colocación de la aislación térmica: 1- unión al muro con alfajías de álamo y con malla SIMA; 2- detalle de colocación de malla SIMA 4.2 mm; 3- detalle de la esquina; 4- muro terminado.



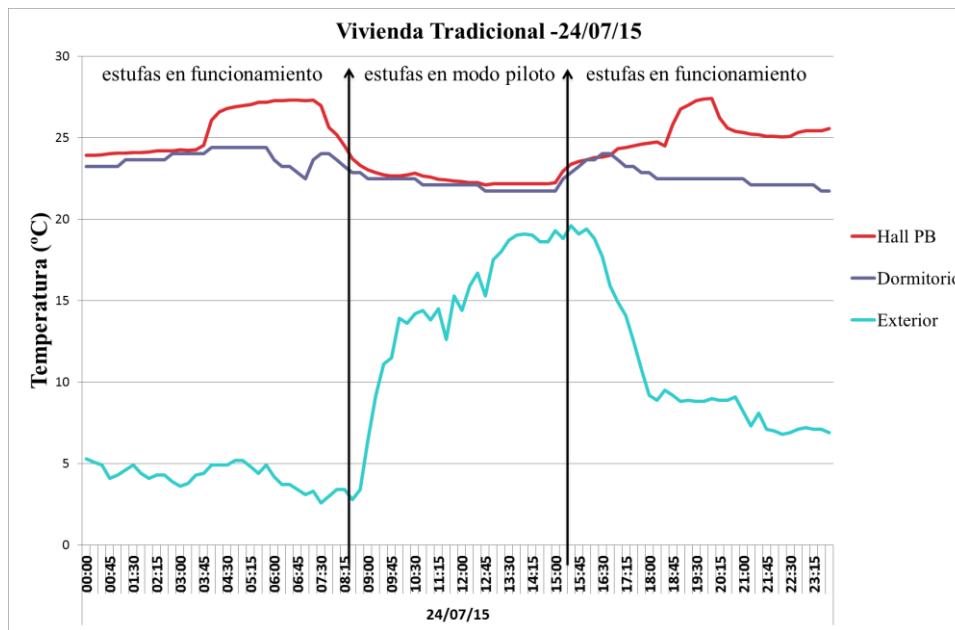
Fuente: Esteves 2006

Monitoreo térmico

La evaluación térmica se llevó a cabo con mediciones in-situ de temperatura de los locales representativos, con sensores de temperatura y humedad (dataloggers HOBO), registrando las mismas con un intervalo de tiempo de 15 minutos. En el caso A para un período del 23 al 31/06/2015. También se registró temperatura exterior. Se considera el día 24 como significativo para detallar el comportamiento térmico de la vivienda (ver figura 6).

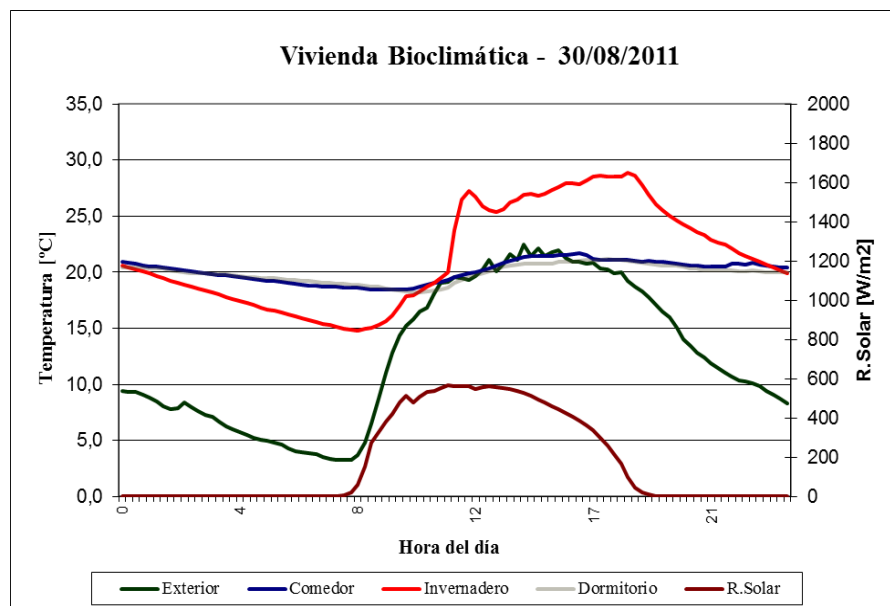
Para el caso B, las temperaturas medidas corresponden al período del 29/08/2011 al 05/09/2011, y se midieron temperaturas en el estar-comedor, dormitorio al N, Invernadero adosado (sistema solar pasivo) y temperatura exterior. Los datos de radiación solar se toman de mediciones realizadas en el Taller Experimental INCIHUSA. Se grafica un día tomado de testigo para determinar la temperatura interior (ver figura 7)

Figura 6. Temperaturas interior y exterior en el caso A. Valores para el día 24/07/2015



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Temperaturas interior y exterior en el caso B. Valores para el día 30/08/2011



Fuente: Esteves 2006.

De la observación de las figuras 6 a 7 se puede indicar lo siguiente:

- La vivienda tradicional tiene períodos de calefacción auxiliar muy marcados durante el día, antes de las 8:00 h y posterior a las 17:00 h. dado que los usuarios se ausentan durante esas horas y las estufas quedan en piloto. Las temperaturas medias resultan 25,2°C para el estar y 22,6°C para el dormitorio, con un promedio de 23,9 °C.
- Se observa que la transmitancia térmica es elevada al colocar las estufas en piloto (a las 8.00 h) la caída de temperatura es tal, que resulta un gradiente de 3,23°C/h, luego de lo cual, se va disminuyendo (el gradiente) emparejándose con la temperatura del dormitorio.

- La vivienda solar, al contrario posee temperaturas muy parejas oscilando entre 18,4 °C y 21,0°C con un gradiente de 0,2°C/h. Esto es fruto de las mejores condiciones de conservación de energía y el aprovechamiento de la masa térmica de la mampostería.
- Se observa también en la vivienda solar, el comportamiento del invernadero adosado, en su calidad de sistema solar pasivo de calefacción, habida cuenta que provee una cantidad de calor importante al espacio, que adolece del encendido de la estufa, las que permanecen en piloto (tanto la del estar como la del pasillo de los dormitorios).

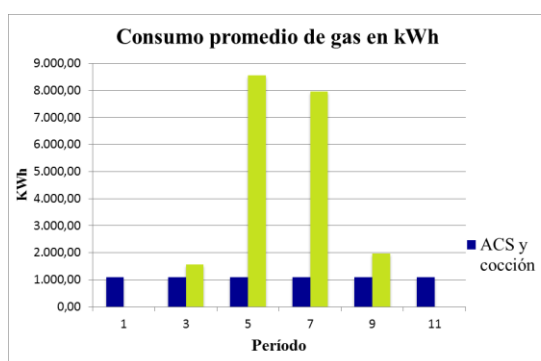
Análisis de consumos energéticos

Se presenta a continuación el consumo energético total de cada vivienda, tomando en cuenta que poseen conexión a la red de gas natural y a la red eléctrica. El consumo de gas natural se utiliza para calentamiento de agua sanitaria, cocción y calefacción. El consumo de energía eléctrica se utiliza para operación de artefactos, iluminación artificial y en el caso de la vivienda tradicional, para el accionamiento de un aire acondicionado de forma esporádica.

Para discriminar lo utilizado en ACS y cocción se tomaron como referencia los meses de verano, durante los cuales, no se calefacciona la vivienda, el promedio de esos valores se le restó a los meses invernales, dando como resultado el consumo de energía para calefacción.

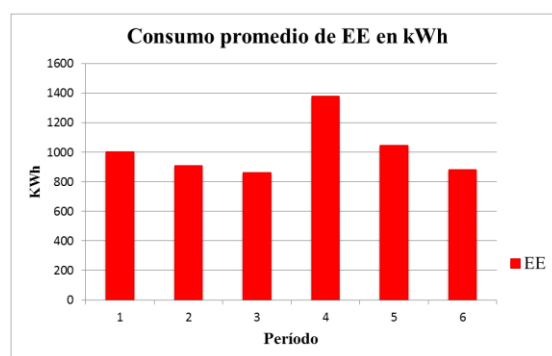
Caso A: El consumo promedio total anual de gas fue de 26.914,16 kWh, 19.271,29kWh en calefacción y 6.607,65 kWh en Agua Caliente Sanitaria ACS y cocción (ver figura 8), y de energía eléctrica EE 5.684,80kWh, un total de 32.598,96 kWh/año (ver figura 9). Lo que implica un valor de 155,2 kWh/m².año por superficie cubierta y casi el mismo valor de las pérdidas por superficie de envolvente, 155,9 kWh/m².año.

Figura 8. Caso A, consumo por bimestre de gas para calefacción y para agua caliente y cocción de alimentos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Caso A, consumo por bimestre de EE para iluminación y equipamiento de la vivienda.



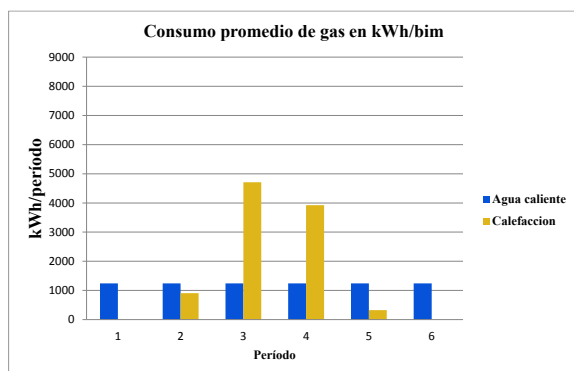
Fuente: Elaboración propia

Caso B: El consumo promedio total anual de gas fue de 17.445,4 kWh, 9.866,4 kWh en calefacción y 7.456,5 kWh en Agua Caliente Sanitaria (ACS) y cocción (ver figura 10), y de energía eléctrica EE 3.149,5 kWh, un total de 20.594,9 kWh/año (ver figura 11). Lo que implica un valor de 124 kWh/m².año y las pérdidas por superficie de envolvente son: 53,64 kWh/m².año.

Ante los valores de consumo de cada uno de las viviendas se puede indicar lo siguiente:

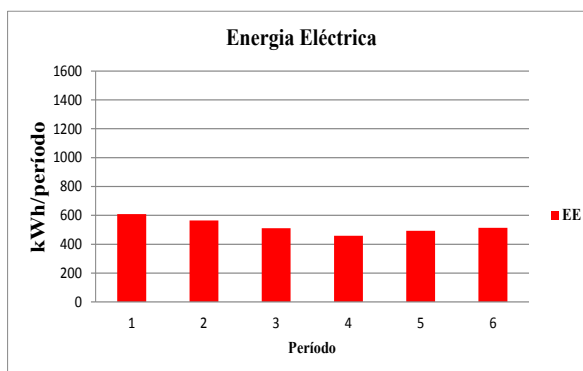
- Se observa un patrón de consumo muy similar en ambas viviendas, que se compone de un período fuerte de consumo para calefacción, esencialmente los bimestres correspondientes a los meses 5-6 y 7-8 en ambos casos donde el consumo de gas, se eleva varias veces respecto del consumo en el resto del año (para calentamiento de agua y cocción de alimentos): 8 veces en la vivienda tradicional y 4 veces en la vivienda solar.
- La vivienda tradicional tiene una potencia insuficiente en los equipos de gas, por lo que requiere un calentamiento adicional que se realiza con energía eléctrica que aparece en el bimestre correspondiente al mes 7-8.
- El consumo de energía eléctrica resulta mayor en la vivienda tradicional respecto de la vivienda solar en un 66%. Esto seguramente se debe a la mayor iluminación natural de la vivienda solar con orientación N que la vivienda tradicional cuyas ventanas se encuentran en dirección E y O y tienen aleros extendidos, lo que dificulta que el recurso lumínico se pueda aprovechar.
- Se observa que la presencia de aislamiento térmico en muros reduce los consumos en calefacción al punto de llegar a ser comparable al consumo por agua caliente, tomando una base anual.

Figura 10. Caso B, consumo de gas natural por bimestre para calefacción, calentamiento de agua y cocción de alimentos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Caso B, consumo por bimestre de EE para iluminación y equipamiento de la vivienda.



Fuente: Elaboración propia

Balance térmico

Los resultados reflejan la elevada cantidad de energía convencional que se necesita para alcanzar la temperatura de confort para el caso A.

La Tabla 1 muestra los valores iniciales y con mejoras bioclimáticas para el Caso A (Flores Cáceres et al., 2015) y se toma el Caso B tal como se encuentra actualmente (Esteves et al., 2013). Se indica el valor de consumo específico de energía consumida por unidad de superficie cubierta de la vivienda.

Cuando la envolvente mejora sus características conservativas, disminuyen las pérdidas térmicas y por lo tanto disminuye el calor auxiliar anual. Se puede observar en la Tabla 1 que al implementar las estrategias bioclimáticas al Caso A, se reduce un 50% el CNP, un 53,3% el QAA y un 43,5% la potencia necesaria de calefacción.

Costo de las estrategias

Se determina el costo de la incorporación de estrategias para optimizar la vivienda y generar la energía suficiente para cumplir en un ciclo anual, el concepto de NZEB. La tabla 2 muestra esta situación para la vivienda del Caso A.

Se realiza también el análisis para el caso B (Tabla 3), calculando el costo para los equipos necesarios para cubrir la cantidad de energía que se consume en la vivienda y de este modo, poder alcanzar en el ciclo de un año, la base de NZEB.

Tabla 1. Consumos reales y resultados del balance térmico en las viviendas

Método	Variable	Caso A	Caso A con mejoras	Valor específico (kWh/m ² . año)	Caso B	Valor específico (kWh/m ² . año)
Balance térmico invierno	CNP- Coeficiente Neto de Pérdidas (W.°C)	656,69	304,06	---	451,3	---
	Potencia Necesaria de calefacción para 1745°C/día(Kcal/h)	18.948,4	10.696,00	---	9.030	---
	QAA-Energía auxiliar anual (kWh/año)	27.354,0	12.756,76	60,7	9.066,8	65,7
Consumo de energía real	Consumo de energía auxiliar anual en calefacción (kWh).	19.871,3	12.756,76	60,7	9.866,4	71,5
	Consumo de energía anual para calentamiento de agua y cocción (kWh/año).	6.607,6	6.607,65	31,5	7.456,6	55,6
	Consumo de energía eléctrica anual para equipamiento (kWh/año).	5.684,8	5.684,8	27,2	2.924,5	24,7

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Se observa que la inversión necesaria para adecuar la vivienda tradicional resulta ser del orden de 2,6 veces más que una vivienda solar para alcanzar la energía neta cero anual. Esto a pesar del mayor grado de exposición de la vivienda solar FAEP= 3,7 respecto de aquella que posee un FAEP= 1,0.

Resulta alrededor del 37,8% en el caso de la vivienda tradicional para generar un ahorro del orden del 50%, mientras que en la vivienda solar, con una inversión del 23,4% se genera un ahorro del 30% adicional al ahorro que ya poseía.

Las estrategias bioclimáticas ofrecen una eficiencia mucho mayor con inversiones sustancialmente menores que los sistemas activos o fotovoltaicos.

Tomando en cuenta un valor de venta actual de la vivienda, la inversión adicional necesaria ronda aproximadamente el 8% en la vivienda tradicional y el 3,8% en la vivienda solar (Verstraete et al., 1993).

Conclusiones

Existen en Mendoza edificaciones con características similares, gracias a este trabajo se sostiene que se pueden mejorar los edificios urbanos que no tengan orientación norte para ganancia solar, mediante posibilidades tecnológicas existentes como las propuestas en este trabajo.

Si se contempla al edificio como un sistema integrado, y se le incorporan tecnologías que mejoren la calidad “térmica”, reacciona todo el sistema, ocasionándose ahorros de energía, que generan también un ahorro económico, que amortiza el costo inicial derivado de su implementación (Verstraete et al 1993) y que producen un bajo impacto ambiental.

Se demuestra en ambos casos la posibilidad de alcanzar una base de NZEB en viviendas ya construidas con una inversión relativamente pequeña respecto del costo de la vivienda.

Tabla 2. Costo de las estrategias para la vivienda tradicional – Caso A.

Estrategias Bioclimáticas	Objetivos	Sistemas	Especificaciones técnicas	Cantidad	Costo Materiales
Estrategia Pasiva de Conservación de energía	Aislación techos para un $K=0,42 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Poliestireno expandido	Espesor= 0,10m	89,18m ²	\$8.026,20
	Aislación muros para un $K= 0,47 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Poliestireno expandido	Espesor=7,5cm	47,32m ²	\$4.258,80
	Reemplazo de aventanamiento para un $K= 3,60 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Ventanas corredizas	Carpintería aluminio DVH, herrajes y tapajuntas perimetrales, Cristales de 5mm	33,70m ²	\$76.341,60
Estrategia Activa	Calentamiento de agua sanitaria	Colectores solares planos	Área= 2,03 m ² Composición= parrilla de cobre con aletas aluminio, aislación de poliuretano de 30 mm. Caja exterior= aluminio anodizado. Cubierta exterior = policarbonato alveolar. Depósito interacumulador= acero inoxidable con aislación de poliuretano.	8 un	\$60.000
	Calefacción solar	Tanque acumulación	Capacidad=1300 litros. Diámetro= 1,15 m Altura= 3,02 m	1 un	
Sistema de ER	Generación de energía eléctrica	Paneles fotovoltaicos	Potencia=145Wp c/u Sistema inversor= acopla el sistema con la red eléctrica convencional= convertidor de 24V/220V	36 un	\$88.200
					\$236.826,60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Costo de las estrategias para la vivienda solar– Caso B.

Estrategias Biodinámicas	Objetivos	Sistemas	Especificaciones técnicas	Cantidad	Costo Materiales
Estrategia Pasiva de Conservación de energía	Aislación techos para un $K_{techos} = 0,37 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Poliestireno expandido	Espesor= 0,05m	134m ²	\$6.042
	Reemplazo de aventanamiento para un $K_{vent} = 2,50 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Ventanas corredizas	Carpintería aluminio DVH, herrajes y tapajuntas perimetrales, Cristales de 5mm	22,40m ²	\$14.910
Estrategia Activa	Calentamiento de agua sanitaria	Coletores solares planos	Área= 2,03 m ² Composición= parrilla de cobre con aletas aluminio, aislación de poliuretano de 30 mm. Caja exterior= aluminio anodizado. Cubierta exterior = policarbonato alveolar. Depósito interacumulador= acero inoxidable con aislación de poliuretano.	3 un	\$24.000
	Calefacción solar	Tanque acumulación	Capacidad=400 litros.	1 un	
Sistema de ER	Generación de energía eléctrica	Paneles fotovoltaicos	Potencia=145Wp c/u Sistema inversor= acopla el sistema con la red eléctrica convencional= convertidor de 24V/220V	18 un	\$44.100
					\$89.052

Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

- Balcomb, J.D. et al. (1982). Passive Solar Design Handbook. United States Department of Energy. Estados Unidos de América. Vol 1, 2 y 3.
- Booth, S., Barnett, J., Burman, K., Hambrick, J. & Westby, R. (2010). Net Zero Energy Military Installations: A Guide to Assessment and Planning. NREL, pp. 1–48.
- Danny, H., Liu Yang, J. & Lam, C. (2013). Zero Energy Building and sustainable development implications - A review. Energy. Elsevier Vol. 54, pp.1-10.
- Esteves, A., Mercado, M.V., & Ganem, C. (2006). Reciclaje solar pasivo de una vivienda en el centro oeste de Argentina. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 10, ISSN 0329-5184.
- Esteves, A., Gelardi, D., Ganem C. & Mercado, M.V. (2013). Sustainable architecture. Analysis of the Passive Solar System of Greenhouse – PSSG incorporated to buildings in temperate continental climates. Proceedings of ISES Solar World Congress.
- Flores Cáceres, M.R., Esteves, A., Filippín, M.C. & Flores Larsen, S. (2015). Proyecto de reciclaje de una vivienda urbana en Mendoza para el acercamiento a edificio de energía neta cero. Actas

de la XXXVIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente – ASADES 2015. San Rafael, Mendoza. Argentina.

Hernandez, P. & Kenny, P. (2010). From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). *Energy and Buildings*, 42, pp.815–821.

Norma IRAM 11603:1996. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización. Buenos Aires.

Pacheco, M. & Lamberts, R. (2013). Assessment of technical and economical viability for large-scale conversion of single family residential building in Brazil: Climatic and cultural considerations. *Energy Policy*, Vol. 63, pp.716-725.

Sartori, I. et al. (2010). Criteria for Definition of Net Zero Energy Buildings. Proceedings of EuroSun 2010 International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings. Graz, Australia.

Torcellini, P., Pless, S., Deru, M. & Crawley, D. (2006). Zero Energy Buildings : A Critical Look at the Definition. National Renewable Energy Laboratory U.S Department of Energy, pp.1–12.

Verstraete, J., Vilapriño, R. & Esteves, A. (1993). Evaluación Económica de Conservación de Energía y Estrategias de Diseño Bioclimático. Reporte parcial proyecto PID 092-1992.

Autores

María Rosario Flores Cáceres es Arquitecta, Becaria Doctoral CONICET. mflores@mendoza-conicet.gob.ar

Alfredo Esteves es Doctor en Arquitectura (Universidad de Mendoza), Ingeniero Industrial, Investigador Independiente CONICET, Docente de la Facultad de Arquitectura (Universidad de Mendoza), Miembro de la Comisión Asesora Arquitectura y Hábitat de CONICET y de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la SECYT. aesteves@mendoza-conicet.gob.ar

Celina Filippín es Doctora en Ciencias Área Energías Renovables (Universidad Nacional de Salta), Arquitecta (Universidad Nacional de La Plata), Investigadora Principal CONICET. cfilippin@cpenet.com.ar

Silvana Flores Larsen es Doctora en Ciencias Área Energías Renovables (Universidad Nacional de Salta), Licenciada en Física (Universidad Nacional de Salta), Investigadora Adjunta CONICET, Profesora JTP - Facultad de Ciencias Exactas (Universidad Nacional de Salta). silvanafloreslarsen@gmail.com